

# CONFORT TÉRMICO EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS URBANOS

## Clima cálido y frío semi-seco

Artículo recibido 08-09-14  
aceptado 06-10-14

Thermal comfort in urban public spaces: Hot and cold semi-arid climate.

M.H. FRANCISCO GUZMÁN BRAVO.  
Universidad de Sonora, Hermosillo Sonora, México/  
guzmanbf@gmail.com

JOSÉ MANUEL OCHOA DE LA TORRE.  
Universidad de Sonora, México/  
jmocha@arq.uson.mx

**Palabras clave:**  
espacios públicos  
abiertos; confort térmico  
exterior; sensación  
térmica; temperatura  
del aire.

### RESUMEN

Las condiciones climatológicas en un espacio público abierto, espacio exterior, determinan el uso y permanencia de los usuarios en este, a diferencia de los espacios interiores en donde las condiciones de habitabilidad pueden ser controladas, aislando al ser humano de las variables climatológicas que le afecten. Ello es posible, en primera instancia, con la envolvente arquitectónica creada para ese fin y si esta no ha sido diseñada de manera bioclimática, queda la alternativa de la climatización artificial, que ofrece un confort térmico adecuado para el usuario.

Con el objetivo de evaluar dicho confort en espacios públicos abiertos en la Ciudad de Nogales, Sonora, y en relación a su habitabilidad temporal, se seleccionaron dos casos de estudio, llevando a cabo la evaluación de la sensación térmica percibida, mediante la aplicación de encuestas subjetivas a los usuarios, en las que se incorporó criterios como tipo de vestimenta, género, actividad, edad, y preguntas sobre la satisfacción, permanencia, seguridad y uso adecuado del sitio. Mientras estas entrevistas se efectuaban, se realizaban mediciones de campo sobre determinadas variables climáticas (temperatura del aire, velocidad de viento, humedad relativa, radiación solar y temperatura radiante) y se les solicitaba a las personas encuestadas evaluar su sensación térmica, a partir de una escala de siete puntos, que variaba de muy caliente a muy frío, basada en la escala de sensación térmica de la norma ISO 7730 (2005).

Una vez ejecutado el análisis de los resultados, se pudo conocer la temperatura de neutralidad ( $T_n$ ) o temperatura de confort manifestada por los usuarios, misma que podrá ser utilizada para el diseño o adecuación de los espacios públicos existentes en la localidad, o bien en ciudades con un tipo de clima igual o similar al analizado, contribuyendo con ello a la recuperación de la convivencia y socialización en los espacios públicos abiertos.

### ABSTRACT

The climate conditions in an open public space, an outdoor space, condition the use and length of stay of its users, unlike indoor spaces where habitability conditions can be controlled, thereby isolating human beings from climate variables that affect them. Firstly, this is possible with an architectural envelope created for this purpose, and if the envelope was not designed bioclimatically, there is the alternative of artificial heating and cooling, which provide adequate thermal comfort for the user.

In order to evaluate thermal comfort in open public spaces in the City of Nogales, Sonora, in relation to their seasonal habitability, two cases were selected for study. Perceived thermal sensation was evaluated through subjective surveys of users, which included type of clothing, gender, activity, age, and questions about satisfaction, length of stay, safety and proper use of the site. While interviews were carried out, measurements of the area were taken of certain climate variables, including: air temperature, wind speed, relative humidity, solar radiation and radiant temperature. Survey participants were asked to evaluate their thermal sensation on a seven-point scale from very hot to very cold, based on the ISO Standard 7730:2005 thermal sensation scale.

Once the results were analyzed, the user's Neutrality Temperature ( $T_n$ ) or comfort temperature was determined, which could be used to design or adapt existing public spaces in the locality, or in cities with the same or a similar type of climate, in this way contributing to the restoration of coexistence and socialization in open public spaces.

**Keywords:**  
open public spaces,  
outdoor thermal comfort,  
thermal sensation, air  
temperature.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las características climatológicas de una localidad condicionan la forma de vida de sus habitantes, tanto en los espacios interiores como exteriores. En los últimos, las condiciones de habitabilidad son más adversas que en los primeros, donde ellas pueden ser controladas, aislando al ser humano de las variables climatológicas que le afecten. Es por ello que en el diseño de los espacios públicos, se debe buscar una respuesta a esas particularidades climatológicas, que facilite la adaptación del hombre al medio ambiente exterior. En ese sentido, dice Víctor Olgyay (1988), que el hombre siempre se esfuerza por llegar al punto en el que adaptarse a su entorno le requiera solamente un mínimo de energía.

El tipo de clima para la Ciudad de Nogales está clasificado en el grupo de clima seco, de tipo semi-seco y subtipo semi-seco templado (INEGI, 2004: 14). Como sucede en muchas ciudades del país y del mundo, el uso de los espacios públicos exteriores se ha visto disminuido, ya sea por las condiciones espaciales de estos, o porque ya no son utilizados como antaño, como lugar de paso y de encuentro, de interrelaciones personales; mismas que ahora se dan en las invisibles redes sociales del internet, aislando socialmente a las comunidades.

La Ciudad de Nogales no está libre de este fenómeno. Además, dado el tipo de clima, prevalecen aquí dos temporadas muy acotadas, una de mucho calor y otra de mucho frío, que incluye frecuentes nevadas. De acuerdo a Nikolopoulou M. (2002), actualmente existe un gran interés por conocer el confort térmico en espacios públicos exteriores, considerando que estos pueden contribuir a la calidad de vida de las ciudades y a disminuir el aislamiento y la exclusión social.

Derivado de lo anterior, seleccionamos dos sitios de la Ciudad de Nogales (Tabla 1), ubicados en diferentes entornos urbanos, con el objetivo de evaluar el confort térmico en espacios públicos abiertos, a través de la percepción térmica percibida por los usuarios, durante un periodo cálido y un periodo frío.

## 2 EL CONFORT TÉRMICO EN ESPACIOS EXTERIORES

El concepto de "confort" ha venido variando a lo largo de la historia, de manera que ha tenido distinto significado en diversos periodos. Tal es así, que fue sinónimo de "consolar" debido a su raíz latina *confortare*. En el siglo XVII fue vinculado con lo privado, "lo doméstico", la intimidad y ya en el XVIII se le empieza a relacionar con el ocio y la comodidad. Durante el siglo XIX se le asocia con la ventilación, la luz, el calor y con los temas higienistas, pero es recién en el XX cuando se comienza a trabajar para lograr la eficiencia del confort y la comodidad.

El confort térmico, para las personas que se encuentran en espacios abiertos, es uno de los factores que influye en las actividades al aire libre en calles, plazas, parques infantiles, parques urbanos, etc. La cantidad e intensidad de esas actividades se ve afectada por el nivel de incomodidad experimentado por los usuarios cuando se exponen a las condiciones climatológicas de esos espacios abiertos. El hombre considera cómodo el ambiente si no existe ningún tipo de incomodidad térmica. La primera condición de comodidad es la neutralidad térmica, que significa que una persona no siente ni demasiado calor ni demasiado frío.

El confort térmico es, según la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), aquella condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Givoni, B. (1989:7) lo define, por su parte, como "la ausencia de irritación o malestar térmico", definida por las condiciones climáticas consideradas como aceptables y cómodas en el interior de los edificios. Ello implica una ausencia de cualquier sensación de térmica (calor o frío).

## 3 METODOLOGÍA

Respecto al confort térmico exterior, los procesos de investigación aplicada son relativamente nuevos e involucran aspectos que difieren de los que se enfrentan en el interior. Los ambientes exteriores plantean mucho

SITIO	PERIODO DE OBSERVACIÓN	ENCUESTAS APLICADAS
Parque Urbano "El Roble"	02 JUL al 01 AGO 2013	135
Unidad Deportiva "Pedro González"	02 JUL al 01 AGO 2013	135
Parque Urbano "El Roble"	09 ENE al 09 FEB 2014	132
Unidad Deportiva "Pedro González"	09 ENE al 09 FEB 2014	137

Tabla 1 Periodos de observación y encuestas aplicadas.

menos restricciones que los interiores y como resultado de ello, el estudio de confort exterior aborda una mezcla compleja de relaciones entre parámetros altamente variables, que incluyen los grupos de usuarios, las actividades y el microclima, es decir, afronta aspectos relacionados con la comodidad bioclimática y los efectos de adaptación a la modificación de condiciones del ambiente exterior (Gómez, Rojas e Higuera, 2010). La investigación se llevó a cabo mediante la aplicación de encuestas subjetivas y la medición simultánea de las variables climáticas de temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar y temperatura radiante; técnicas que, a efecto de descripción, han sido agrupadas en: monitoreo humano, monitoreo ambiental y método de análisis. Cabe señalar que el cuestionario desarrollado tuvo como base los cuestionarios realizados por Nikolopolou para el Proyecto RUROS (2002), así como los factores y parámetros citados por Ochoa (2009: 111-129).

### 3.1 Monitoreo humano.

Este procedimiento se llevó a cabo con la participación directa de los usuarios, mediante sus respuestas al cuestionario aplicado, el cual constaba de cuatro partes. La primera contiene los datos generales de la generación de cada encuesta, así como la procedencia y grado de estudios. La segunda recoge los datos de observación, tales como tipo de vestimenta, actividad, edad y género, donde también se incluye el peso y la estatura -con lo cual se obtuvo el índice de masa corporal-, así como preguntas sobre la evaluación y el uso del espacio. La tercera parte del cuestionario contempla diversos aspectos de la adaptación física y psicológica, con el fin de conocer la evaluación de diferentes parámetros climáticos, la sensación térmica y la preferencia de los usuarios, para lo cual se le solicitó a los encuestados que evaluaran dicha sensación en el momento de la entrevista en una escala de siete puntos, que va de muy caliente a muy frío, en base a la escala de sensación térmica de la norma ISO 7730 (2005).

Sensación Térmica	
+ 3	Muy Caliente
+ 2	Caliente
+ 1	Un Poco Caliente
0	Neutro
- 1	Un Poco Frío
- 2	Frío
- 3	Muy Frío

Fig. 1 Escala de sensación térmica norma ISO 7730.

### 3.2 Monitoreo ambiental.

En la última parte del cuestionario aplicado, se anotaron los resultados de las mediciones realizadas de manera simultánea, de los parámetros de: temperatura del aire, velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar y temperatura radiante, para conocer las condiciones a que estaban expuestos los sujetos, al momento de la aplicación de la encuesta. Con el objetivo de supervisar las condiciones de las personas encuestadas, se utilizó un conjunto de instrumentos portátiles.

- Las mediciones de la temperatura ambiente y la humedad, se realizaron con un equipo que cuenta con termómetro, higrómetro, anemómetro y luxómetro digitales, de la marca SPER SCIENTIFIC LTD, modelo 850070 (<http://www.sperdirect.com>).
- Para la temperatura radiante se utilizó un termómetro infrarrojo, el cual estima la temperatura de los cuerpos, de acuerdo con la cantidad de radiación infrarroja que emiten. Marca empleada: EXTECH INSTRUMENTS, modelo 42510A (<http://www.extech.com/instruments>).
- La radiación solar fue obtenida de los datos meteorológicos disponibles en la Estación Meteorológica Automática de Nogales (EMA), ubicada en las coordenadas: Longitud 110°54'50" N; Latitud 31°17'52" O; Altitud 1275 msnm, perteneciente al Sistema Meteorológico Nacional (SMN) y denominada Estación SO07.

### 3.3 Método de análisis.

El análisis de los datos fue realizado mediante la utilización del programa Excel, elaborando primero la base de datos para cada uno de los periodos analizados, bases que se conformaron a la par de la obtención de los datos en cada periodo. El programa se utilizó fundamentalmente para realizar las correlaciones entre las principales variables, calculadas a partir de los datos de campo obtenidos, capturando los datos recabados de cada una de las encuestas realizadas, y obteniendo 40 variables de manera directa. Las variables incluidas para realizar las correlaciones de información, fueron Género, Rangos de Edad, Índice de Masa Corporal (IMC) y Tipo de Vestimenta, en relación con el Voto de Sensación Térmica.

Asimismo, se utilizó el Método de Medias por Intervalo de Sensación Térmica (MIST), para la obtención de la temperatura de neutralidad ( $T_n$ ). El método MIST se fundamenta en el enfoque de adaptación del confort térmico (Bojórquez, 2009: 219). Este enfoque implica la interacción de variables físicas y biológicas (clima, metabolismo, aislamiento térmico), como también psicológicas (adaptación experiencia, expectativa, tolerancia, deseo). Por tal motivo, la sensación de confort varía de individuo a individuo, de localidad a localidad, e incluso de un estrato sociocultural a otro (Brager y de Dear, 2003).

## 4 ESTUDIOS DE CASO

El Municipio de Nogales, se encuentra localizado en el extremo Norte del Estado de Sonora, México, situado en la frontera norte, colindando con los Estados Unidos de América. Está clasificado en el grupo de clima seco, de tipo semi-seco y subtipo semi-seco templado BS1kw(x'), con una temperatura media anual promedio de 17.8°C, y con precipitación media anual promedio de 449.7 milímetros. En el invierno generalmente hay nevadas y granizos. La Ciudad de Nogales, donde se ubican los sitios analizados, se encuentra localizada en las coordenadas geográficas Latitud 31° 31' 86.11" N y longitud 110° 94'58.33" O, a una altura de 1200 metros sobre el nivel del mar (msnm).

La investigación se centra en el confort térmico de los usuarios de dos espacios públicos abiertos de la Ciudad de Nogales. El trabajo de campo fue realizado durante un periodo cálido (julio 2013) y un periodo frío (enero 2014), mediante la aplicación de encuestas subjetivas y mediciones simultáneas, teniendo como objetivo evaluar el confort térmico exterior en relación a su habitabilidad temporal.

### 4.1 Localización de los sitios analizados.

Los espacios públicos seleccionados formaron parte del Programa de Rescate de Espacios Públicos del Gobierno Federal, periodo 2006-2012 del Gobierno Federal (SEDESOL, 2011), por lo cual fueron objeto de elaboración y desarrollo de diseño, así como de obras de remodelación.

ESPACIO PUBLICO	AREA/M <sup>2</sup>	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Unidad Deportiva "Pedro González"	30.035,78	31° 17' 29.20" N	110° 55' 32.25" W	1.245
Parque Urbano "El Roble"	28.439,57	31° 16' 24.21" N	110° 57' 01.49" W	1.301

Tabla 2 Espacios públicos seleccionados. Fuente: Propia.



Fig. 2 Foto aérea Unidad Deportiva "Pedro González".  
Fuente: Google Earth

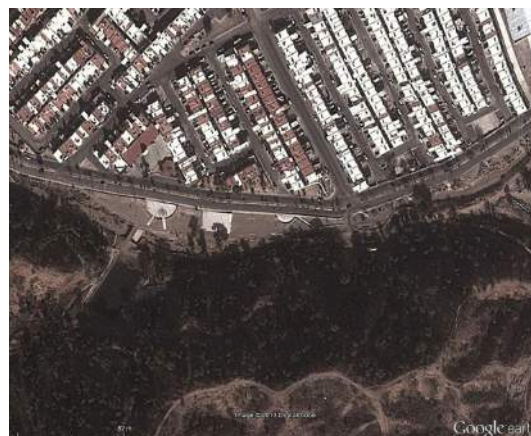


Fig. 3 Foto aérea Parque Urbano "El Roble". Fuente: Google Earth



## 4.2 Unidad Deportiva “Pedro González”.

La Unidad Deportiva “Pedro González” (Figura 2) posee una superficie de 30,035.78 m<sup>2</sup>. Se halla localizada al Noreste de la mancha urbana de la Ciudad de Nogales, Sonora, en una Zona Habitacional del nivel Medio a Medio Bajo, y rodeada por las colonias: Los Álamos, Virreyes, Solidaridad, Los Corrales, Lomas de Nogales. Ubicado sobre una meseta nivelada, el sitio cuenta con escasos 20 árboles, entre los cuales predomina el tipo Álamo *Guerigo* (*Populus monticola*), cuya altura aproximada es de entre 3 a 5 metros. Cuenta con algunas facilidades deportivas y juegos infantiles (Figuras 4-5).



Fig. 4 Fotografías Unidad Deportiva “Pedro González”.

Fig.5 Plano distribución Unidad Deportiva “Pedro González”.

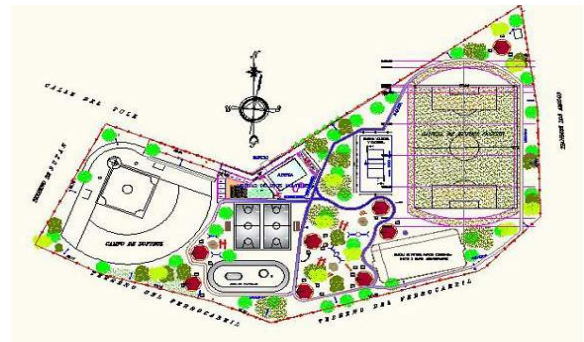


Fig.6 Plano distribución Parque Urbano “El Roble”.

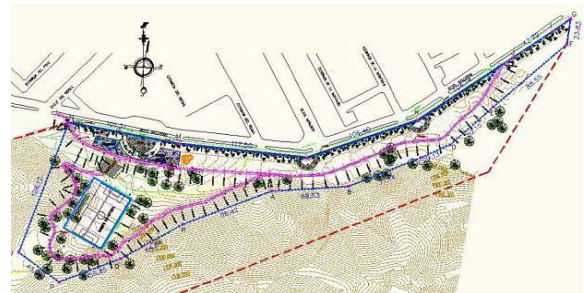


Fig.7 Fotografías Parque Urbano “El Roble”. .

## 4.3 Parque Urbano “El Roble”.

El Parque Urbano “El Roble” (Figura 3), cuya superficie es de 28,439.57 m<sup>2</sup>, se localiza al Suroeste de la mancha urbana de la Ciudad de Nogales, Sonora, en una Zona Habitacional de Interés Social y nivel Medio Bajo, frente al Fraccionamiento Las Bellotas, de manera muy cercana a zonas industriales. Se puede describir como un parque lineal, al estar ubicado sobre el costado sur del Blvd. Está dividido por un arroyo natural, tipo intermitente, con dirección Oeste a Este. Consta de algunas facilidades deportivas, juegos infantiles, así como una ciclopista de 850 metros de longitud, tipo *cross country* (Figuras 6-7), la cual fue construida sobre la ladera del cerro, mismo que cuenta con vegetación nativa de Encino (*Quercus Emoryi*), según se aprecia en la Figura 6.

## 5 RESULTADOS.

### 5.1 Datos mediciones

#### simultáneas en ambos espacios, en periodo cálido.

Con las mediciones simultáneas, registramos, para el periodo cálido, una temperatura ambiente máxima (TA máx.) superior a los 35°C, en ambos sitios. Asimismo, la temperatura radiante máxima (TR máx.) fue advertida entre los 39°C y 40°C. Por otra parte, el mayor porcentaje de humedad relativa (HR máx.) se registró en el Parque Urbano, siendo de un 68%. Así también, la radiación horaria más alta (RH máx.) medida en el mismo Parque, fue de 514 W/m<sup>2</sup>. (Tablas 3-4).

### 5.2 Sensación térmica percibida en ambos espacios, en periodo cálido.

De las 135 personas encuestadas en el Parque Urbano (Figura 8), en relación a la sensación térmica manifestada, el 56% dijo encontrarse con "algo de calor" y un 16% con "calor", contra el 28% que manifestó sentirse en "neutralidad" (confortable).

PARQUE URBANO							
T.A. max °C	T.A. min °C	T.R. max °C	T.R. min °C	V.V. max m/s	V.V. min m/s	H.R. max %	H.R. min %
35,8	24	40,4	23,8	3,2	0,1	68	26,2
29,02		30,07		0,82		46,4	

Tabla 3 Máximos, mínimos y promedios de las variables climáticas periodo cálido. Parque Urbano.

UNIDAD DEPORTIVA							
T.A. max °C	T.A. min °C	T.R. max °C	T.R. min °C	V.V. max m/s	V.V. min m/s	H.R. max %	H.R. min %
35,4	25,4	39,2	24,3	3,5	0,1	59	19,9
30,98		31,63		0,91		37,06	

Tabla 4 Máximos, mínimos y promedios de las variables climáticas periodo cálido. Unidad Deportiva.

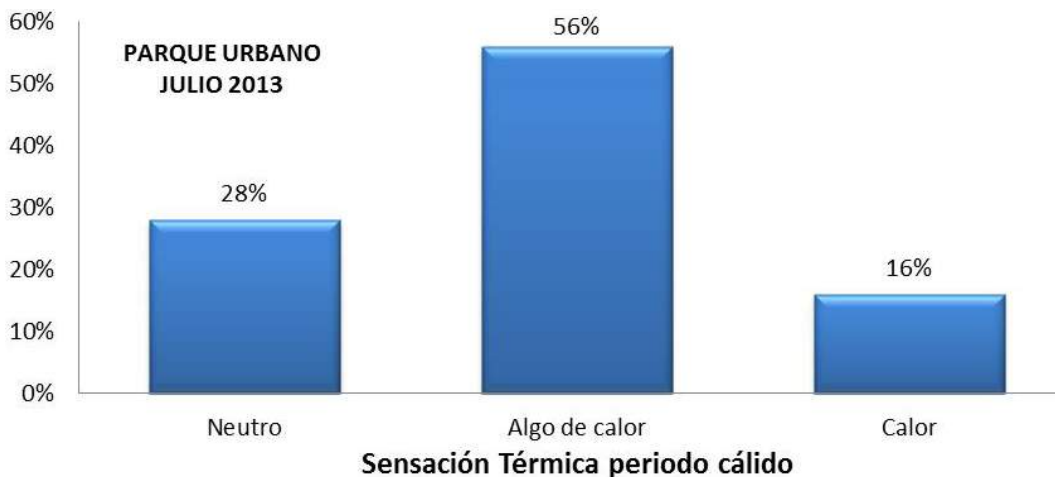


Fig.8 Sensación térmica periodo cálido, Parque Urbano.

Por otra parte, de las 135 personas encuestadas en la Unidad Deportiva, respecto a la sensación térmica percibida por los usuarios, un 45% respondió encontrarse en confort, el 19%, con algo de calor, un 32%, con calor, y un 3%, con mucho calor.

Solo el 1% manifestó sentir algo de frío. En ambos sitios el mayor porcentaje de respuestas correspondió a la sensación de algún grado de incomodidad, aunque, cabe señalar, que los usuarios del Parque Urbano manifestaron mayor grado de incomodidad. (Figura 9).

### 5.3 Datos mediciones simultáneas en ambos espacios, periodo frío.

La temperatura ambiente máxima (TA máx.) para el periodo frío, en ambos sitios fue superior a los 20°C, y la temperatura radiante máxima (TR máx.) osciló entre los 22°C y 23°C. Asimismo, el mayor porcentaje de humedad relativa (HR máx.) fue registrado en el Parque Urbano, con el 25%. Y, finalmente, la radiación horaria más alta (RH máx.) se registró en el mismo Parque con 594 W/m<sup>2</sup>. (Tablas 5-6).

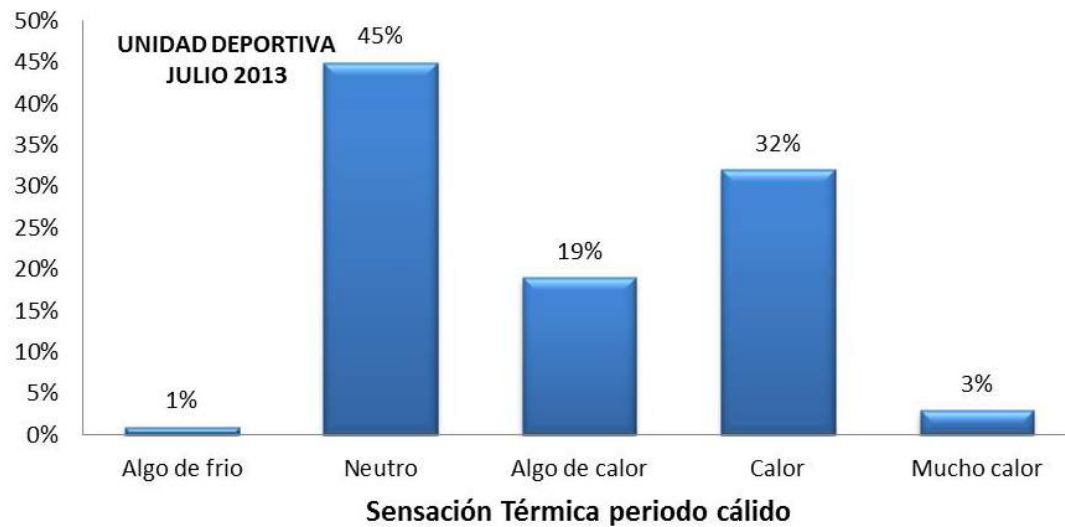


Fig.9 Sensación térmica periodo cálido, Unidad Deportiva.

PARQUE URBANO					
T.A. max °C	T.A. min °C	T.R. max °C	T.R. min °C	V.V. max m/s	V.V. min m/s
27	12,3	28,5	13,5	4,2	0,1
20,71		22,83		1,41	

Tablas 5 Máximos, mínimos y promedios variables climáticas periodo frío, Parque Urbano.

UNIDAD DEPORTIVA					
T.A. max °C	T.A. min °C	T.R. max °C	T.R. min °C	V.V. max m/s	V.V. min m/s
28,9	12,5	25	13,8	2,8	0,3
21,58		23,69		1,39	

Tabla 6 Máximos, mínimos y promedios variables climáticas periodo frío, Unidad Deportiva.

#### 5.4 Sensación térmica percibida en ambos espacios, periodo frío.

De las 132 personas encuestadas en el Parque Urbano, el 69% manifestó sentirse confortable, contra de un 21% que señaló encontrarse con algo de frío y un 10%, con algo de calor. (Figura 10).

Por otra parte, de las 137 personas encuestadas en la Unidad Deportiva, un 73% respondió sentirse en

confort, frente a un 27% que indicó encontrarse en algún grado de incomodidad. De este último porcentaje, el 14% dijo sentir algo de frío y el 13%, algo de calor. Para el periodo frío, fue en la Unidad Deportiva donde el mayor porcentaje de usuarios manifestó sentirse confortable. (Figura 11).

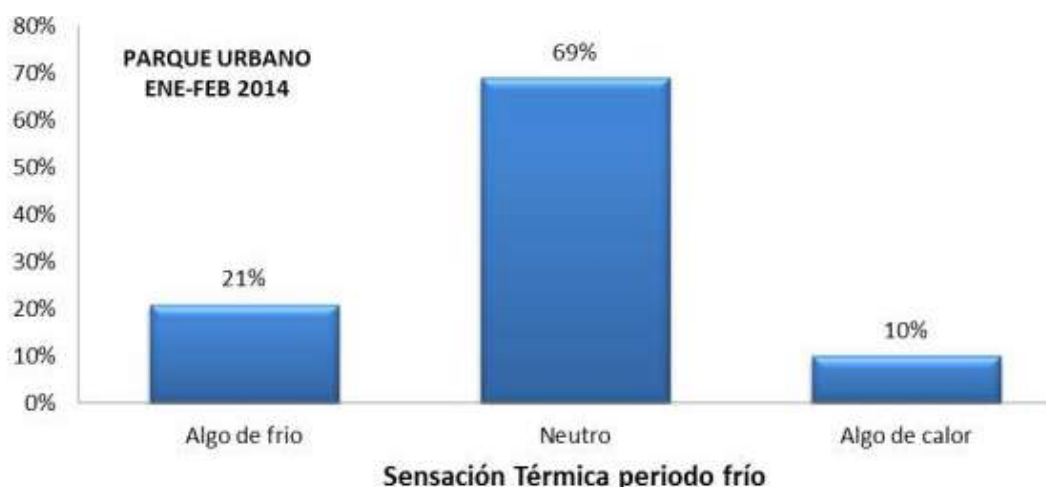


Fig.10 Sensación térmica periodo frío, Parque Urbano.

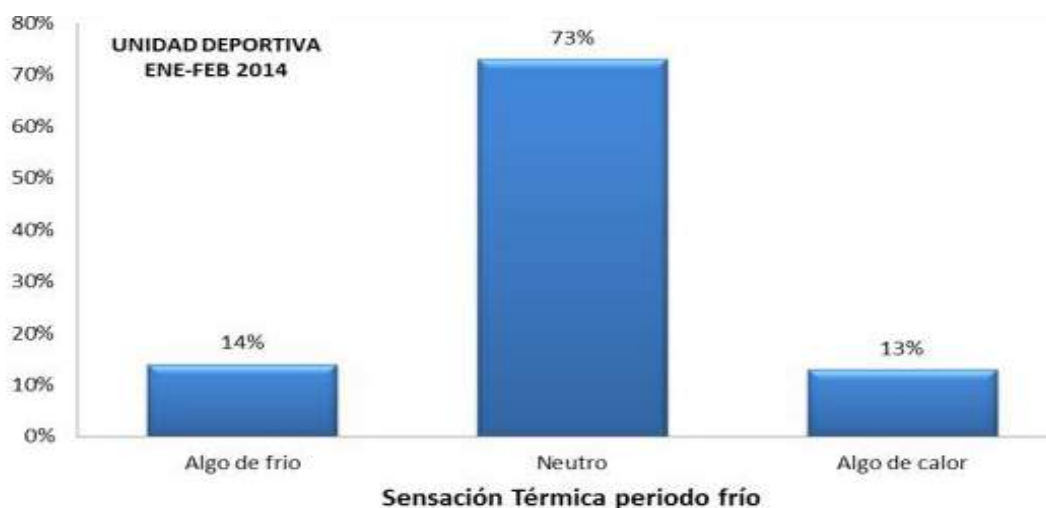


Fig.11 Sensación térmica periodo frío, Unidad Deportiva.



Temperatura	Tn -1DS	Tn	Tn +1SD
Ambiente °C	24	25,8	27,4

Tabla 7 Valor de Tn para temperatura ambiente y rango confort térmico periodo cálido, ambos sitios.

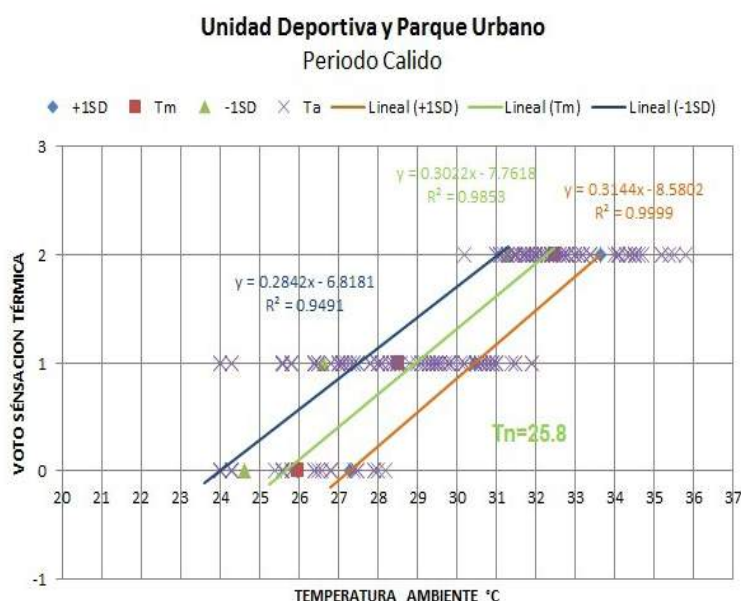


Figura 12 Voto de sensación térmica por temperatura ambiente (TA) periodo cálido, ambos sitios.

Temperatura	Tn -1DS	Tn	Tn +1SD
Ambiente °C	19,2	20,8	22,4

Tabla 8 Valor de Tn para temperatura ambiente y rango confort térmico periodo frío, ambos espacios.

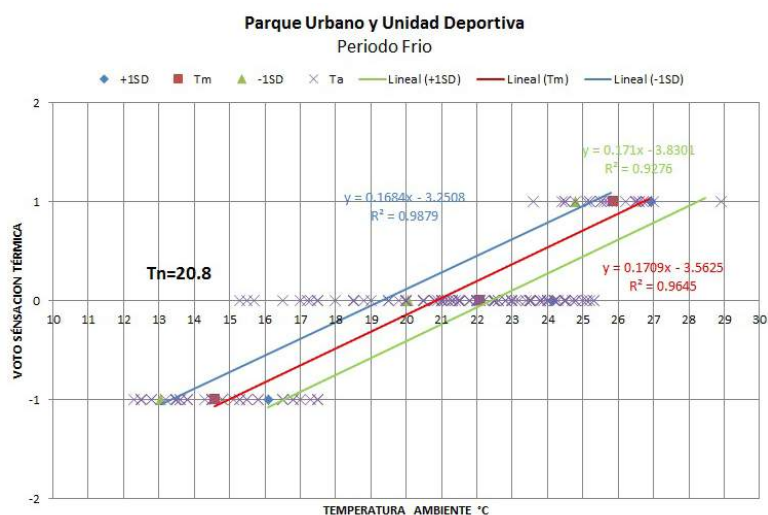


Figura 13 Voto de sensación térmica por temperatura ambiente (TA) periodo frío, ambos espacios.

## 5.5 Sensación térmica obtenida para ambos espacios, periodo cálido.

A través del método de Medias por Intervalo de Sensación Térmica (MIST), fueron obtenidos los datos que se muestran en la Tabla 7 para ambos espacios: la Temperatura media (Tm) y los rangos reducido y extenso de confort térmico, con base en la ecuación de la recta de regresión lineal de los valores medios.

La sensación térmica por temperatura ambiente para el periodo cálido en ambos espacios, presenta una Temperatura neutra (Tn) de 25.8°C y un rango reducido de confort térmico de 3.4°C, es decir,  $\pm 1.7^\circ\text{C}$  a partir de la Tn. (Figura 12).

## 5.6 Sensación térmica obtenida para ambos espacios, periodo frío.

Mediante el método de Medias por Intervalo de Sensación Térmica (MIST), fueron obtenidos los datos que se muestran en la Tabla 8 para ambos espacios: la Temperatura media (Tm), y los rangos reducido y extenso de confort térmico, con base en la ecuación de la recta de regresión lineal de los valores medios.

La sensación térmica por temperatura ambiente para el periodo frío en ambos espacios, presenta una Temperatura neutra (Tn) de 20.8°C y un rango reducido de confort térmico de 3.2°C, es decir,  $\pm 1.6^\circ\text{C}$  a partir de la Tn. (Figura 13).

## 5.7 Análisis comparativo de resultados.

La percepción del confort térmico se ve influenciada por variables ambientales, fisiológicas, psicológicas y socioculturales. El modelo de encuesta aplicada contiene reactivos de estos cuatro grupos de variables, sin embargo, en los resultados obtenidos no se evidencian claramente todas las variables, aunque su influencia se ve reflejada en la emisión de los votos de sensación térmica percibida.

Ahora bien, es importante recordar que la percepción térmica constituye un proceso complejo del cerebro humano, el cual, debido a la individualidad, puede variar considerablemente de un usuario a otro, pese a que las circunstancias del entorno sean las mismas al momento de emitir su voto.

Los resultados obtenidos en esta investigación presentan  $3^\circ\text{C}$  para el rango reducido de sensación térmica del periodo cálido, para el Parque Urbano y  $1.7^\circ\text{C}$  para la Unidad Deportiva. En relación al mismo periodo, el resultado de la suma de encuestas aplicadas en ambos espacios, para el rango reducido de sensación térmica, fue de  $3.2^\circ\text{C}$ . (Tabla 9).

Asimismo, los resultados obtenidos para el rango reducido del periodo frío, según la sensación térmica percibida por los usuarios, fue de 3.2°C para el Parque Urbano y de 2.7°C para la Unidad Deportiva. Para igual periodo, el rango reducido de sensación térmica percibida por los usuarios, del conjunto de encuestas aplicadas en ambos espacios, fue de 3.1°C. (Tabla 10).

Como se aprecia en las tablas anteriores (Tablas 10-11), la temperatura de neutralidad para el periodo cálido muestra una variación de 2.2°C entre un espacio y otro, en cambio, al analizar el periodo frío de los espacios por separado, la variación entre ellos es tan solo de 0.2°C. Igual diferencia se acusa en los rangos reducido y extenso, a partir de los cuales observamos que en la Unidad Deportiva el rango de confort es menos amplio que en el Parque Urbano.

CALIDO	Tn -2DS	Tn -1DS	Tn	Tn +1SD	Tn +2SD
PARQUE	21,4	23,2	24,8	26,2	27,4
UNIDAD	25,3	26,2	27	27,9	28,7
AMBOS	22,2	24	25,8	27,2	28,8

Tabla 9 Valor de Tn para temperatura ambiente (TA) y rangos de confort térmico según sensación térmica, para periodo cálido. Fuente: Propia.

FRIO	Tn -2DS	Tn -1DS	Tn	Tn +1SD	Tn +2SD
PARQUE	17,8	19,3	21	22,5	24
UNIDAD	18,2	19,4	20,8	22,1	23,4
AMBOS	17,8	19,3	20,9	22,4	24

Tabla 10 Valor de Tn para temperatura ambiente (TA) y rangos de confort térmico según sensación térmica, para periodo frío. Fuente: Propia.

## CONCLUSIONES

De las temperaturas ambiente (TA) promedio registradas durante el periodo cálido, la Unidad Deportiva reportó casi  $+2^{\circ}\text{C}$  por arriba del Parque Urbano. Además, a través de la utilización de los métodos estadísticos descritos en el cuerpo del estudio, advertimos que en la Temperatura neutra ( $T_n$ ) obtenida para el periodo cálido también se manifiesta una diferencia de  $+2.25^{\circ}\text{C}$  en la Unidad Deportiva, por encima de la Temperatura neutra ( $T_n$ ) del Parque Urbano. (Tabla 10).

Por otra parte, y conjuntamente en ambos espacios, la Temperatura neutra ( $T_n$ ) para el periodo cálido fue de  $25.8^{\circ}\text{C}$ . Considerando que la temperatura ambiente (TA) promedio de ese periodo, y para ambos espacios, fue de  $30^{\circ}\text{C}$ , se observa una diferencia de  $+4.2^{\circ}\text{C}$ . Asimismo, el rango reducido de confort en igual etapa fue de  $3.2^{\circ}\text{C}$ , por lo tanto, y dado que la diferencia mencionada se halla por encima del rango de confort obtenido, es claro que existe incomodidad en la mayoría de los usuarios de los espacios durante el periodo cálido.

Igualmente, de los resultados obtenidos de forma conjunta para ambos espacios, la Temperatura neutra ( $T_n$ ) para el periodo frío fue de  $20.9^{\circ}\text{C}$  y la temperatura ambiente (TA) promedio obtenida en las encuestas realizadas para ambos espacios, fue de  $21.14^{\circ}\text{C}$ ; con lo cual se observa una diferencia de  $+0.24^{\circ}\text{C}$  solamente (Tabla 11). Dado que el rango reducido de confort para ese periodo fue de  $3.1^{\circ}\text{C}$ , y que los resultados determinan que la temperatura ambiente y la temperatura de neutralidad son casi coincidentes y se hallan dentro del rango reducido de confort, se puede afirmar que la mayoría de los usuarios de ambos espacios, durante el periodo frío, se sintieron en confort térmico.

Al identificar las variables climáticas, que en conjunto con las variables personales, incidieron en los usuarios para que manifestaran su voto de sensación térmica percibida, se pudo obtener un nivel de confort térmico percibido por los usuarios, para los periodos frío y cálido analizados, como contribución a las investigaciones que se realicen para climas similares. Teniendo en cuenta, de acuerdo a los resultados, que la variable de Temperatura Radiante fue determinante para la sensación térmica percibida, ya que estuvo siempre por arriba de la Temperatura del Aire (TA), se hace evidente que en el diseño de espacios abiertos se debe considerar el uso de materiales con bajo albedo, tanto en pisos como en mobiliario urbano, con el fin de tener una menor reflexión de la Radiación Solar.

La obtención de la Temperatura de neutralidad ( $T_n$ ) o de confort, conseguida a través del voto de sensación térmica manifestado por los usuarios y la Temperatura ambiente registrada, podrá ser empleada, con miras a prolongar el tiempo de permanencia de las personas en los espacios públicos exteriores, para el diseño o adecuación de dichos espacios públicos existentes en la localidad, o bien, para otras ciudades que cuenten con el mismo tipo de clima. Así, se logra el objetivo

de implementar estrategias para propiciar el confort térmico y, de ese modo, un mejor desarrollo de las actividades en los espacios públicos. Con todo ello, se aspira, en definitiva, a contribuir a la recuperación de la convivencia y socialización en los espacios, como base de la sociedad humana y de la integración de las familias.

## AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) el financiamiento recibido para el desarrollo de la presente investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Pagina Web: <https://www.ashrae.org/standards-research--technology/standards--guidelines>

BOJÓRQUEZ M. Gonzalo. (Junio 2010). "Confort Térmico en Exteriores: Actividades en Espacios Recreativos, en Clima Cálido Seco Extremo". Tesis para obtener el grado de Doctor en Arquitectura.

GIVONI, B. (1989). Urban design in different climates. U.S.A., World Meteorological Organization.

GÓMEZ Nersa, ROJAS Axa e HIGUERAS Ester. (2010). Parámetros Sostenibles en el Planeamiento y Diseño Ambiental del Espacio Micro Urbano. Consultado 04 Octubre 2012. Página Web: <http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper407.pdf>

INTERNATIONAL STANDARD. ISO 7730 (Third edition 2005-11-15). Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.

INEGI, Cuaderno estadístico Municipal, Nogales., Sonora (2004: 14). Conjuntos de datos geográficos de la carta de Climas. ISBN 97-13-2592-9

NIKOLOPOULOU, Marialena. (2002). Designing Open Spaces in the Urban Environment: A Bioclimatic Approach. Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces (RUROS)

OCHOA de la Torre, José Manuel. (2009). Ciudad, vegetación e impacto climático. El confort en los espacios urbanos. Erasmus Ediciones.

OLGYAY, Víctor. Arquitectura y Clima. Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas. Editorial Gustavo Gili, 1988.